

2007年8月21日

情報・システム研究機構 国立極地研究所

南極で掘削された氷床コアの分析から氷の年代と環境変動の復元に成功

1990年～1996年に南極ドームふじで掘削された深さ2503mの氷床コアおよびボストーク氷床コアの分析結果から、10万年周期の氷期-間氷期サイクルが、北半球高緯度の夏期日射量の変動をきっかけとして起きていたことを、東北大学、国立極地研究所、及び米、仏、英の共同研究チームがつきとめました。この研究成果は、8月23日付けの英科学雑誌「Nature」に発表されます。

1. 発表論文

(1) 論文タイトル

Northern Hemisphere forcing of climatic cycles in Antarctica over the past 360,000 years

(日本語対訳:過去36万年間にわたる南極の気候サイクルへの北半球からの気候強制力)

(2) 著者

川村 賢二^{1,2,*}, Frédéric Parrenin³, Lorraine Lisiecki⁴, 植村 立⁵, Françoise Vimeux^{6,7}, Jeffrey P. Severinghaus², Manuel A. Hutterli⁸, 中澤 高清¹, 青木 周司¹, Jean Jouzel⁶, Maureen E. Raymo⁴, 松本 康志^{1**}, 中田 久和^{1***}, 本山 秀明⁵, 藤田 秀二⁵, 東 久美子⁵, 藤井 理行⁵, 渡邊 興亜⁵

¹東北大学大学院理学研究科 大気海洋変動観測研究センター, 仙台, 980-8578.

²スクリップス海洋学研究所, カリフォルニア大学サンディエゴ校, 9500 Gilman Drive, La Jolla, California 92093-0244, USA.

³Laboratoire de Glaciologie et Geophysique de l'Environnement, 54, rue Molière, 38400 Grenoble, France.

⁴ボストン大学, 685 Commonwealth Avenue, Boston, Massachusetts 02215, USA.

⁵情報・システム研究機構, 国立極地研究所, 板橋区加賀1-9-10, 173-8515.

⁶IPSL/LSCE, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR CEA-CNRS-UVSQ, CE Saclay, Orme des Merisiers, 91191 Gif-sur-Yvette, France.

⁷Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UR Great Ice, France.

⁸British Antarctic Survey, High Cross, Madingley Road, Cambridge CB3 0ET, UK.

現所属:

*情報・システム研究機構 国立極地研究所

**気象庁

***日本原子力研究開発機構.

2. ポイント

- (1) 南極ドームふじコアの気体組成（酸素と窒素の存在比）の変動が、過去の大気組成でなく、ドームふじ地点（南緯 77 度）の夏期日射量を記録していることを見いだした(図 1)。
- (2) ドームふじコアとボストークコアの酸素／窒素比データを用いて、過去 36 万年間にわたる南極氷床コアの年代を正確に求めた（誤差約 2000 年以下）(図 1)。
- (3) この年代に基づき、これらの南極氷床コアから復元された気候変動や二酸化炭素濃度変動を、地球軌道要素と詳細に比較することが初めて可能になった(図 2)。
- (4) その比較から、北半球高緯度の夏期日射量の変動が、氷期-間氷期の気候変動のきっかけであるという、ミランコビッチ理論を支持する結果を得た（図 2）。
- (5) 今後、この正確な年代に基づき、日射量変動に起因する北半球の気候変動を、二酸化炭素がどの程度増幅し全球に伝えたのか、気候モデルにより定量化することが重要である。

3. 概要

川村賢二東北大学大学院理学研究科大気海洋変動観測研究センター助手（現国立極地研究所気水圏研究グループ助教）らの研究チームは、第 1 期ドームふじ氷床深層掘削計画（1990 年～1996 年）で掘削された 2503 m の氷床コアに含まれる大気中の酸素と窒素の存在比を、質量分析計を用いて精密に測定した。その結果、過去約 34 万年にわたる氷床コア中の酸素/窒素存在比の変動が過去の大気組成を反映しておらず、南緯 77 度に位置するドームふじ基地での夏期日射変動と一致していることを突き止めた（図 1）。

夏期日射変動の年代は、地球の軌道運動から正確に見積もられていることから、両者を対比することにより、ドームふじ氷床コアの年代を正確に（誤差約 2000 年以下で）求めることに成功した（図 1）。さらに、この手法を南極ボストーク基地の氷床コアのデータ（20 万年前から 36 万年前）にも適用したところ、両コアの年代値が 1000 年以内で一致した（図 1）。

この正確な年代測定と、ドームふじコアから新たに復元した過去の気温と大気中二酸化炭素濃度によって、気候変動と地球に降り注ぐ日射の変動との時間的な比較が初めて可能になった。その結果、南極の気候が北半球の夏期日射量変動に数千年遅れて変動していたことや、過去 4 回のターミネーション（氷期

から間氷期への移行)における南極での気温上昇と大気中の二酸化炭素濃度の上昇が、北半球の夏期日射量が増大する時期に起こったことが明らかになった(図2)。

気候変動に関するミランコビッチ理論(※注)によれば、地球規模の氷期-間氷期サイクルは、北半球高緯度地域での夏期日射量の変化がきっかけとなって起こるとされているが、それに相反するような地質学的年代や仮説も数多く提案されており、気候学上の大きな論争の一つとなっている。本研究によって、南半球の南極氷床にも北半球の夏期日射量変動に追従する気候変動が記録されていることが明らかになり、ミランコビッチ理論を強く支持する結果となった。

※注) ミランコビッチ理論:ユーゴスラビアの地球物理学者 M. ミランコビッチが提唱した氷河期の原因に関する理論。木星や土星の引力による地球の公転軌道の離心率(天体の軌道の円からのずれを表す指標)や地軸の傾きの変化によって、周期的に氷期と間氷期が訪れるというもの。彼は、北半球の高緯度地域における日射量が低下した時期に、寒冷な気候となり氷床が拡大したと主張した。

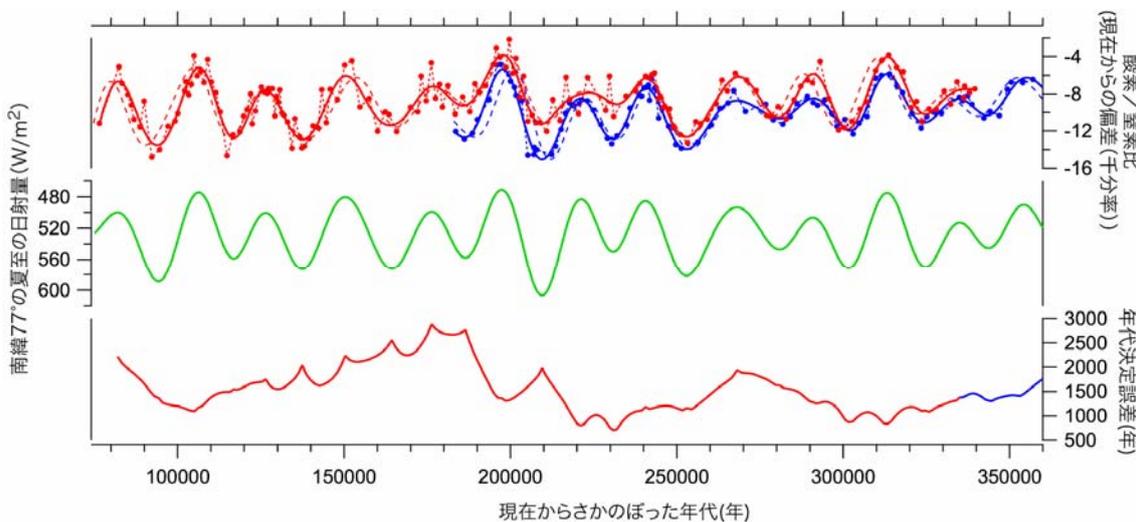


図1: 南極ドームふじ氷床コアとボストーク氷床コアの酸素/窒素比を用いた年代決定。ドームふじコア(上段の赤線)とボストークコア(上段の青線)の酸素/窒素比のデータを夏至の日射量の変動曲線(中段)と対比させることにより、氷床コアの年代を正確に決めた。下段は年代決定誤差。

(Nature 掲載論文をもとに作成)

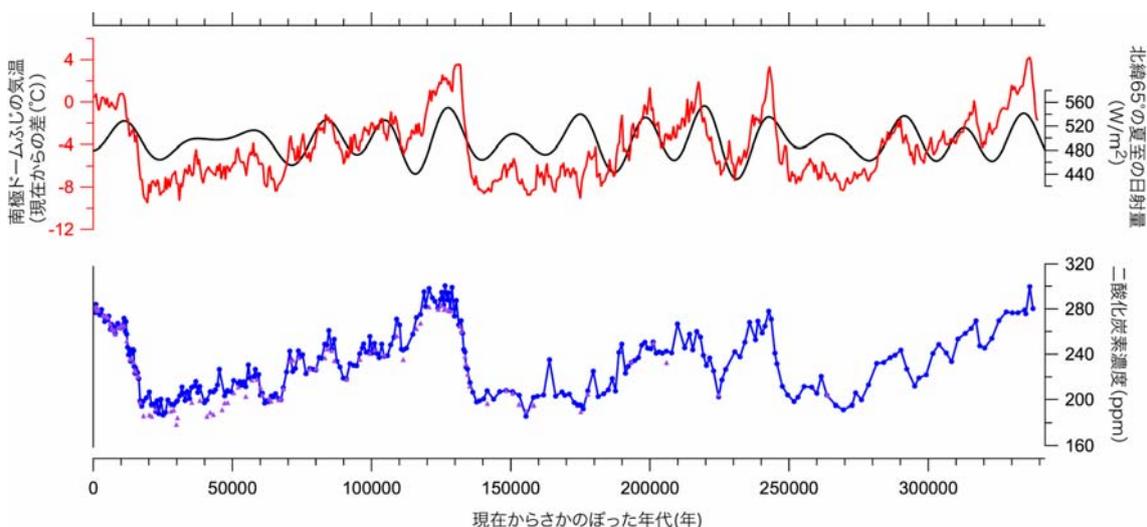


図 2：ドームふじにおける気温（上段の赤線）と北緯 65° の夏至日射量（上段の黒線）、大気中二酸化炭素濃度（下段）との比較。

(Nature 掲載論文をもとに作成)

問い合わせ先

国立極地研究所 助教 かわむらけんじ 川村賢二

電話：03-3962-3275 FAX：03-3962-5719

e-mail：kawamura@nipr.ac.jp

(9/14 までは外国出張中のため、e-mail のみ対応できます)

国立極地研究所 所長 ふじいよしゆき 藤井理行

電話：03-3962-0150 FAX：03-3962-4759

e-mail：fujii@nipr.ac.jp

国立極地研究所 広報室 もとよしやういち 本吉洋一 (担当：くまがい熊谷)

電話：03-3962-4747 FAX：03-3962-4709

e-mail：kofositu@nipr.ac.jp